

I-A152

多列配置高力ボルト引張継手の力学的挙動

京都大学大学院 学生員 諸岡 伸 京都大学大学院 フェロー 渡邊英一
 京都大学大学院 正会員 杉浦邦征 大阪市立大学 正会員 山口隆司
 住友金属工業㈱ 正会員 飯村 修 住友金属工業㈱ 正会員 斉藤 浩

1. はじめに

高力ボルト引張継手は、あらかじめ高力ボルトに導入される高い軸力により、変動作用荷重下においても高力ボルトの軸力変動は小さく耐久性に優れている。また、溶接接合に比べて施工が容易であるなどの特色を有する。しかし、現在では少数主桁橋梁における主桁と横桁の接合部などに使われるなど、その適用範囲は拡大しつつあるが、橋梁の一般的な接合法として位置付けられていない。本研究では高力ボルト引張継手の性能向上を目的とした多列配置高力ボルト引張継手を対象とし、その力学的挙動を実験的に検討した。特にボルト本数の増加に伴う耐荷力の変化、フランジ板間の離間量に注目した。

2. 実験手法

本研究では高力ボルト引張継手の最も基本的な継手形式であるスプリットティー継手タイプ（ST 供試体）と箱桁などの閉断面継手の部分モデルを想定した片締め継手タイプ（OS 供試体）の2種類に対し、ボルト本数を変化させた供試体（ST 供試体3体、OS 供試体2体の計5体）を準備した。両者の概要を図1に示す。ST、OSの後に続く数字はフランジ板の厚さを、その後に続く最後の数字はフランジ板片側に位置するボルトの本数を表している。ティーウェブ端からボルト軸心までの距離、ボルト間距離、ボルト軸心からフランジ板縁端までの距離については全て共通としている。供試体形状の一例として ST22-2 を図2に示す。基本供試体となる ST22-1 は JSSC の基準¹⁾に基づいて設計した。なお、高力ボルトは試験機の能力を考慮して M12(F10T)を用いた。供試体の材料特性は降伏応力が 335.3MPa、終局強度が 527.5MPa である。本実験では荷重、フランジ板間の離間量、ボルトの軸ひずみを GP-IB を介したオンライン計測により計測した。ボルト軸力に関しては、図3に示すように4つのひずみゲージをボルト軸平行部に90度間隔に接着し、このひずみ値の平均をボルト軸力に換算した。ボルト初期導入軸力は高力ボルト接合設計施工指針²⁾に基づき M12 の標準導入軸力である 61.3kN とした。

3. 実験結果と考察

ST22-1 と OS22-1 は高力ボルトがナット近傍のネジ谷で破断した。一方、ST22-2、ST22-3 および OS22-2 はボルトの破断は見られず、ボルトネジ部とフランジ板に塑性変形が見られた。

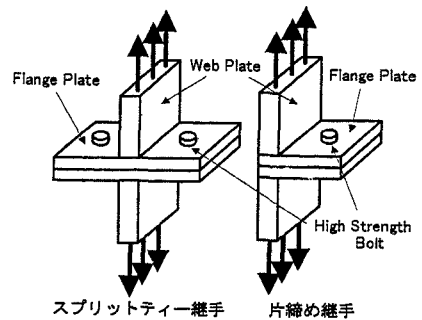
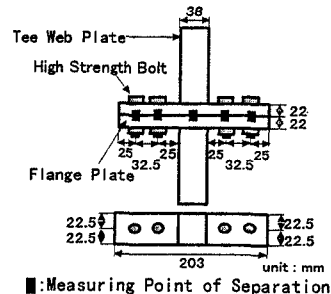


図1 供試体の概要



High Strength Bolt : M12(F10T)
 Nominal Yield Strength : 75.6kN
 Nominal Ultimate Strength : 82.3kN
 Tee Web Plate and Flange Plate : SM490

図2 供試体(ST22-2)

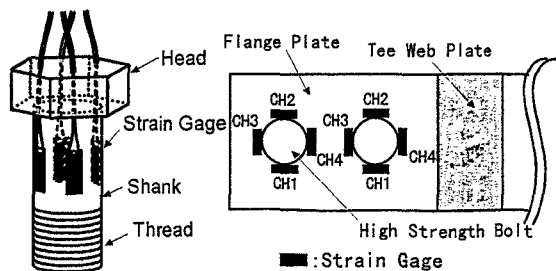


図3 ひずみゲージの配置

Key Words 高力ボルト, 引張継手, 多列配置

〒606-8501 京都市左京区吉田本町, Tel 075-753-5079 Fax 075-753-5130

図4に荷重－平均離間量曲線を、図5に最大引張強度とその強度での平均離間量を示す。平均離間量はティーウェブ直下での離間量の平均である。STタイプでは、ST22-2とST22-3の耐力力はそれぞれST22-1の1.28倍、1.41倍となっている。しかしながら、ST22-3はST22-2に比べて耐力力はそれほど大きく向上しておらず、3列目のボルトは耐力力にほとんど影響しないことがわかる。一方、OSタイプでは、OS22-2のOS22-1に対する耐力力は1.18倍となっており、STタイプに比べてその増加の割合は小さくなっている。このような耐力力の増加はボルト本数の増加に伴うフランジプレート間の接触力の増加によるものと思われる。また、ボルト本数が同数であるST22-1とOS22-2を比較すると、OSタイプの耐力力はSTタイプの約半分となっている。

次にST22-1とST22-3の荷重－平均ボルト軸力曲線を図6に示す。図よりボルト軸力はある引張荷重レベルに達するまで変化しておらず、ボルトの初期導入軸力によるフランジ板間の接触力の効果が確認できる。ただし、ST22-1の場合、ボルト軸力が変化しない引張荷重レベルは左右のボルトで異なっており、約20kNと約50kNとなっている。これは高力ボルトやフランジプレート初期不整が原因であると思われる。短縮め形式であるスプリットティー継手の場合、この影響は大きいと考えられる。また、全ての供試体でボルト軸力は最大引張強度に達した後、減少している。これはネジ部での伸びによるボルト長さの変化によるものと考えられる。ST22-2、ST22-3において、2列目ボルトの軸力は荷重がST22-1の引張強度レベルにほぼ達した後に徐々に増加しており、2列目ボルトは継手の耐力力の増加に貢献しているといえる。しかし、ST22-3の3列目ボルトの軸力はほとんど変化しておらず、3列目ボルトは耐力力の増加にほとんど影響しないといえる。ただし、ボルトが十分な延性的特性を有すれば、耐力向上に少なからぬ貢献が期待できると思われる。

4. おわりに

フランジ板を締め付ける高力ボルトを列方向に増やすことで継手の耐力力や変形能は増加する。しかしながら、その耐力力の向上はボルト本数の増加に伴っておらず、効率という点からは摩擦接合に劣ると思われる。特に3列目ボルトは効果的に働いておらず、現行の高力ボルトを使用する限りこれ以上の列数の増大による耐力力の上昇は望めないと思われる。

現在、ボルト配列位置の異なる供試体について実験中であり、これらを含めて当日詳細を報告する。

参考文献

- 1) (社)日本鋼構造協会：橋梁用高力ボルト引張接合設計指針(案)，1993.2
- 2) 日本建築学会：高力ボルト接合設計施工指針，丸善，1993.3.

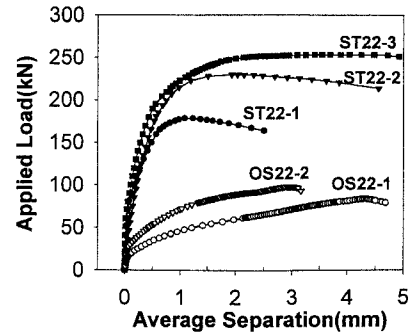


図4 荷重－平均離間量曲線

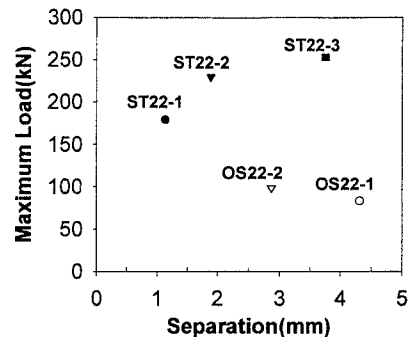


図5 最大耐力時における引張荷重および平均離間量

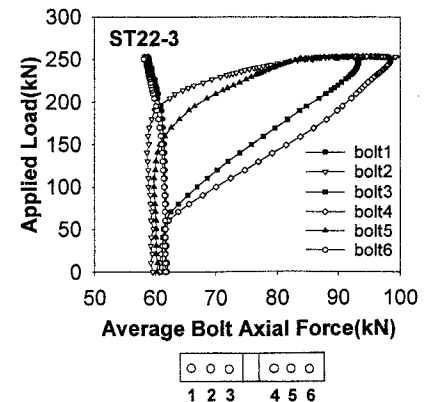
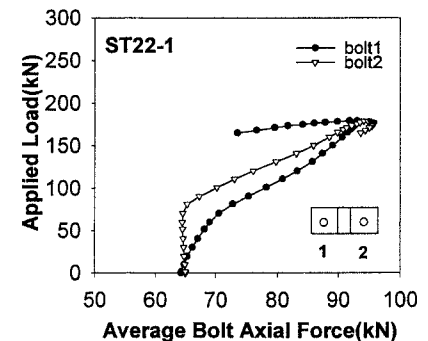


図6 荷重－平均ボルト軸力曲線